

IDENTIFIKASI SEBAB-SEBAB KERUSAKAN OPRIT JEMBATAN DAN ALTERNATIF PENANGANANNYA (Studi Kasus: Jembatan Nambo-Bungkutoko Kota Kendari)

Muh. Subhan A.K.¹⁾, Hary Christady H.²⁾, Andreas Triwiyono²⁾

¹⁾ Dinas PU Kota Kendari, Jl. Abunawas No. 4 Kendari

²⁾ Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No. 2 Yogyakarta

ABSTRACT

Nambo-Bungkutoko bridges have had damages at the retaining walls and the piles of soil in bridge ramp clearly marked by the cracks of retaining walls and the deforming piles of soil in the bridge ramp. The structure of retaining walls of soil comprises the stone formations of 44,15 m in distance from Nambo and 40 m from Bungkutoko with various heights of retaining walls ranging from 4,22 m to 8,50 m from Nambo bridge ramp and 4,50 m to 8,20 m from Bungkutoko bridge ramp.

To identify the causes of damage, analysis is conducted using Plaxis Program version 7.2. The amount of models analyzed is 9 consisted of 4 for Nambo ramp and 5 for Bungkutoko ramp. From the result sondir test, the type, depth, and properties of soil can be known, i.e. the depth of 0-2 m is soft clay, of 2-4 m clay, of 4-6 m loosen sand, and of 6-10 m solid sand. Whereas to know the solidness of soil in field, the proctor test is modified at damaged locations, each of 2 points and the results the solidness of Nambo ramp of point 01 is 8.01%, and of point 02 84.19%, while that of Bungkutoko ramp of point 03 is 82.68% and of point 04 87.05%. In providing the alternative handling of the ramp on 3 alternative is node to node anchor, bronjong and counterweight,

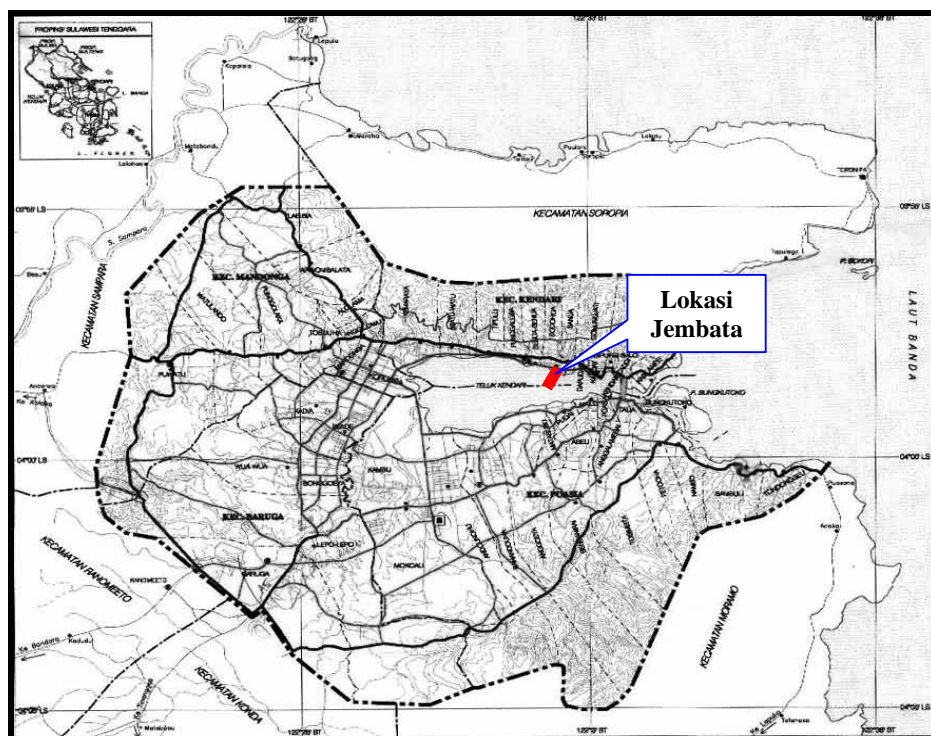
The result of the plaxis program is that at the Nambo ramp, the safety factor of STA 0+24,15 is 1.120 and that of STA 0+44,15 is 1.000, while at the Bungkutoko ramp, that of STA 0+25 is 1.169 and that of STA 0+40 is 1.000. A counterweight is chosen caused total, vertical and horizontal displacement is small and safety factor to high then as a result, at the Nambo ramp, the safety factor of STA 0+24,15 is 1.664 and that of STA 0+44,15 is 1.196, while at the Bungkutoko ramp, that of STA 0+25 is 1.694 and that of STA 0+40 is 1.208. Costs needed for all the rehabilitations of the bridge ramp with the counterweight is Rp 467.210.211

KEYWORDS: *Plaxis, the Retaining Walls and the Piles of Soil*

PENDAHULUAN

Pada Jembatan Nambo - Bungkutoko di Kota Kendari, Sulawesi Tenggara telah terjadi kerusakan pada dinding penahan dan timbunan opritnya yang ditandai dengan terjadinya keretakan dinding penahan tanah dan timbunan oprit yang amblas. Struktur dinding penahan tanahnya berupa pasangan batu gunung dengan panjang 44,15 meter dari arah Nambo dan 40 meter dari arah Bungkutoko dengan ketinggian talud bervariasi yaitu antara 4,22 meter sampai 8,50 meter dari arah Nambo dan 4,50 meter sampai 8,20 meter dari arah Bungkutoko. Pada oprit jembatan terdapat timbunan dari lempung. dengan tinggi bervariasi antara 3,22 sampai 7,50 meter dari arah Nambo dan 3,50 sampai 7,20 meter dari arah Bungkutoko. Indikasi di lapangan

kerusakan dinding penahan tanah dan amblasnya timbunan oprit disebabkan karena kepadatan tanah timbunan, pemadatan dan dimensi dinding penahan tanah yang kurang mendukung timbunannya (perbandingan antara ketinggian dinding dan lebar bawahnya).



Gambar 1. Peta lokasi jembatan Nambo-Bungkutoko.

TUJUAN DAN MANFAAT

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui penyebab kerusakan pada dinding penahan tanah dan amblasnya timbunan oprit jembatan.
2. Memberikan alternatif solusi teknis menyangkut kerusakan bangunan oprit jembatan.
3. Memberikan alternatif usulan struktur bangunan oprit beserta biaya pelaksanaannya.

Manfaat Penelitian ini adalah :

Memberi masukan kepada instansi pengelola proyek yaitu Dinas pekerjaan Umum Kota Kendari dalam menangani permasalahan yang terjadi pada oprit Jembatan Nambo- Bungkutoko.

LANDASAN TEORI

A. Plaxis

Plaxis memiliki 4 komponen dalam perhitungannya, meliputi *Plaxis Input*, *Plaxis Calculation*, *Plaxis Output* dan *Plaxis Curve*.

B. Perkiraan modulus elastisitas dan nilai kohesi

Untuk menentukan nilai modulus elastisitas pada tanah lempung lunak dan lempung (*normally consolidated*) dipakai rumus :

$$E = 7 q_c \quad (1)$$

Tanah pasir lepas dan pasir dipakai rumus :

$$E = 3 q_c \quad (2)$$

Nilai angka kohesi lempung dan lempung lunak kondisi *normally consolidated* dipakai dari rumus:

$$C = q_c/18 \quad (3)$$

Untuk menentukan nilai kohesi pasir lepas dan pasir kondisi *overconsolidated* dipakai rumus:

$$C = q_c/20 \quad (4)$$

Untuk nilai poisson, sudut gesek dalam ditentukan dengan memakai tabel sedangkan nilai berat (γ) dapat ditentukan dari studi literatur.

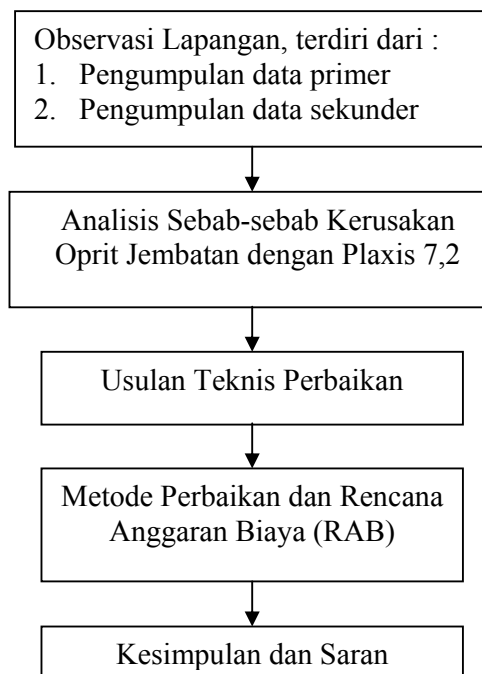
C. Estimasi Biaya Konstruksi

Untuk dapat menghitung R.A.B maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menghitung jarak quarry kelokasi proyek
2. Menentukan harga bahan
3. Menentukan upah pekerja
4. Menentukan biaya sewa alat
5. Membuat gambar rencana
6. Membuat perhitungan volume pekerjaan

LANGKAH PENELITIAN

Adapun langkah penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Langkah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

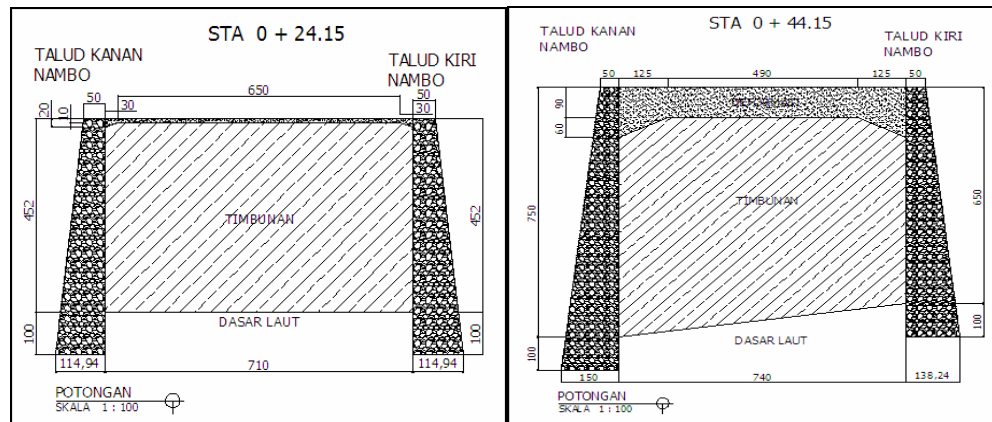
A. Hasil penelitian



Gambar 3. Kerusakan pada oprit jembatan Nambo-Bungkutoko.

Kerusakan terjadi pada kedua oprit jembatan dimana terjadi gerakan geser dan guling pada dinding penahan tanah serta kerusakan juga terjadi pada timbunan tanah yang amblas.

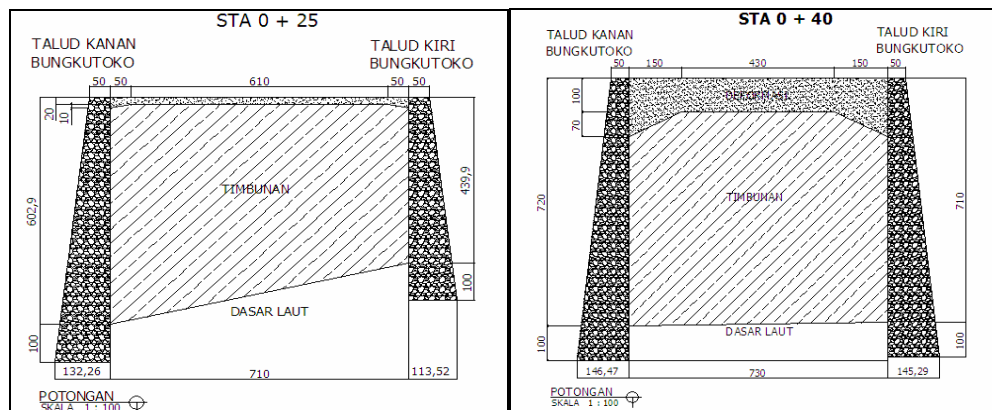
1. Data pengukuran deformasi tanah timbunan untuk bagian Nambo



Gambar 5. Deformasi timbunan oprit Nambo.

Deformasi atau penurunan yang terjadi di lapangan pada timbunan tanah dioprit jembatan bagian Nambo dimulai dari STA 0 + 24,15 sampai ke STA 0 + 44.15 atau sepanjang 20 meter. Besarnya volume tanah timbunan yang hilang adalah 81.50 m^3 .

2. Data pengukuran deformasi tanah timbunan untuk bagian Bungkutoko



Gambar 6. Deformasi timbunan oprit Bungkutoko.

Deformasi atau penurunan yang terjadi di lapangan pada timbunan tanah dioprit jembatan bagian Bungkutoko dimulai dari STA 0 + 25 sampai ke STA 0 + 40 atau sepanjang 15 meter, Adapun besarnya volume tanah timbunan yang hilang adalah sebesar 73.92 m^3 .

3. Identifikasi dalam menentukan jenis, tebal dan properties tanah dari data hasil uji *sondir*

a. Oprit Nambo.

Tabel 1 Perkiraan properties tanah Nambo

Kedalaman (meter)	Jenis Tanah	E (kN/m ²)	V (-)	C (kN/m ²)	ϕ (°)	γ (kN/m ²)	K _x K _y (m/hari)
0 - 2	Lempung lunak	3.500	0,490	27	0	$\gamma_{dry} = 11$ $\gamma_{wet} = 13,5$	$1*10^{-3}$
2 - 4	Lempung	17.500	0,490	138,88	0	$\gamma_{dry} = 15$ $\gamma_{wet} = 15$	$1*10^{-3}$
4 - 6	Pasir lepas	24.750	0,25	412,5	30	$\gamma_{dry} = 14$ $\gamma_{wet} = 16$	$1*10^{-4}$
6 - 10	Pasir	39.000	0,25	650	40	$\gamma_{dry} = 16$ $\gamma_{wet} = 18$	$1*10^{-5}$

b. Oprit Bungkutoko

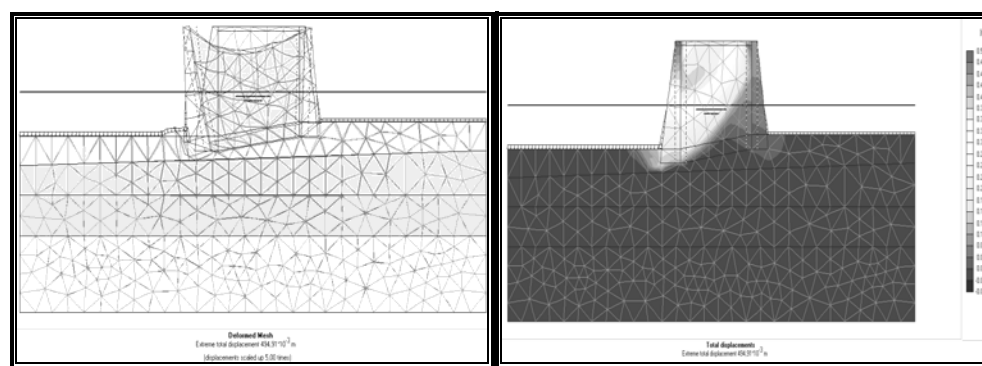
Tabel 2 Perkiraan properties tanah Bungkutoko

Kedalaman (meter)	Jenis Tanah	E (kN/m ²)	V (-)	C (kN/m ²)	ϕ (°)	γ (kN/m ²)	K _x K _y (m/hari)
0 - 2	Lempung lunak	3.500	0,490	27	0	$\gamma_{dry} = 11$ $\gamma_{wet} = 13,5$	$1*10^{-3}$
2 - 4	Lempung	11.900	0,490	94,44	0	$\gamma_{dry} = 15$ $\gamma_{wet} = 15$	$1*10^{-3}$
4 - 6	Pasir lepas	23.250	0,25	385,7	30	$\gamma_{dry} = 14$ $\gamma_{wet} = 16$	$1*10^{-4}$
6 - 10	Pasir	42.750	0,25	712,5	40	$\gamma_{dry} = 16$ $\gamma_{wet} = 18$	$1*10^{-5}$

B. Pembahasan

1. Hasil analisis oprit jembatan Nambo-Bungkutoko

Adapun hasil analisis selengkapnya disetiap STA yang ditinjau akan disajikan di bawah ini.



Gambar 7 Permodelan oprit Nambo kondisi air laut pasang

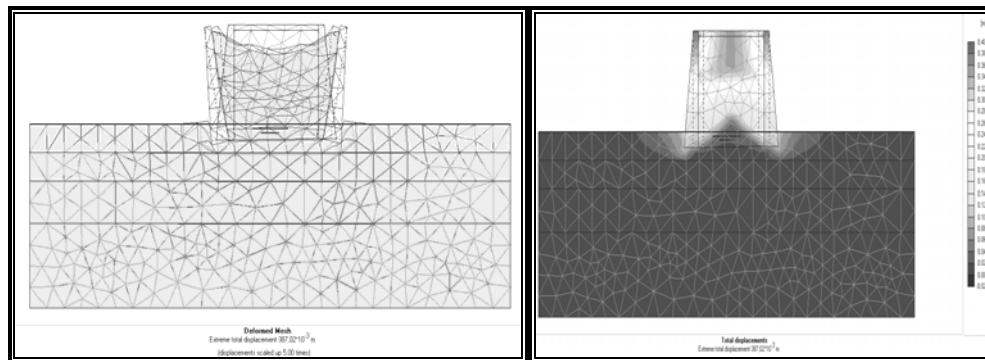
Tabel 3 Hasil analisis Ruas Nambo kondisi air laut pasang

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 00	2,326	1,776	2,317	2,317
0 + 14.5	4,628	3,649	4,627	1,089
0 + 24.15	4,982	2,650	4,981	1,120
0 + 44.15	49,491	49,471	31,760	1,000

(Sumber : Hasil analisis *plaxis*)

Tabel 4 Hasil analisis Ruas Bungkutoko kondisi air laut pasang

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 00	1,990	1,889	1,702	1,604
0 + 12.5	6,280	5,052	6,280	1,042
0 + 20	4,892	3,8896	4,892	1,168
0 + 25	7,425	7,336	6,916	1,169
0 + 40	90,472	90,434	73,699	1,000



Gambar 8 Permodelan oprit Bungkutoko kondisi air laut surut

Tabel 5 Hasil analisis oprit Nambo kondisi air laut surut

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 24.15	6,763	3,738	6,761	1,068
0 + 44.15	38,696	38,643	24,175	0,998

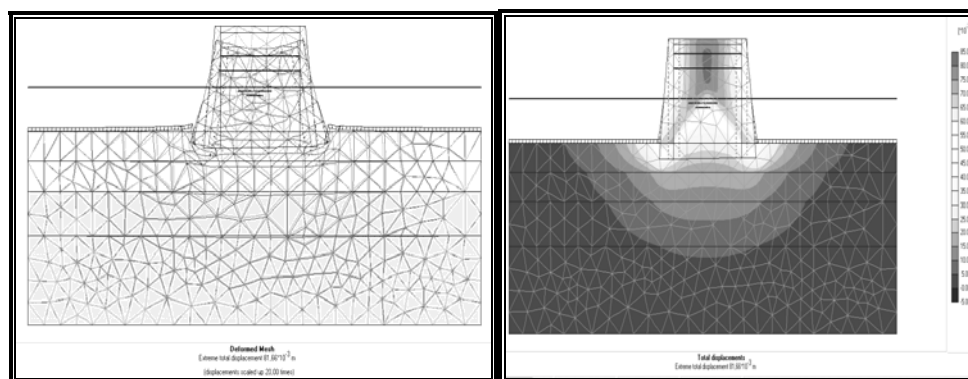
Tabel 6 Hasil analisis oprit Bungkutoko kondisi air laut surut

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 25	13,654	13,595	10,508	1,122
0 + 40	38,702	38,577	34,467	0,996

Dari hasil analisis di atas dapat diketahui pasang-surut air laut dapat memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap *displacement* oprit jembatan, dimana pada kondisi air laut surut faktor aman oprit menjadi lebih kecil dari pada 0,998 pada oprit Nambo dan 0,996 pada oprit Bungkutoko yang berarti oprit dalam kondisi runtuh.

2. Alternatif penanganan oprit jembatan Nambo – Bungkutoko

Sebagai alternatif pembanding maka dilakukan analisis dengan menggunakan node to node angkur, bronjong dan *counterweight*, angkur yang akan digunakan dalam permodelan mempunyai kuat tarik $E_A = 2 * 10^5$ dengan jarak (spasi) 1 meter. Adapun hasil yang didapatkan dari permodelan dengan menggunakan angkur dan bronjong dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



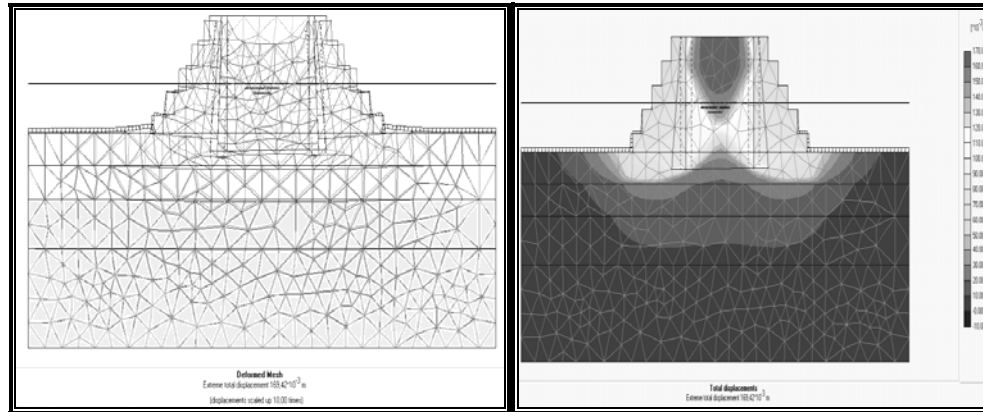
Gambar 9 Permodelan dengan menggunakan angkur

Tabel 7 Hasil analisis perbaikan dengan menggunakan angkur pada oprit Nambo STA 24,15 sampai STA 44,14

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 24.15	4,940	2,663	4,939	4,384
0 + 44.15	17,976	16,601	15,562	2,505

Tabel 8 Hasil analisis perbaikan dengan menggunakan angkur pada oprit Bungkutoko STA 25 sampai STA 40

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 25	7,354	7,263	6,887	2,591
0 + 40	8,166	5,462	8,165	1,673



Gambar 10. Permodelan dengan menggunakan bronjong.

Tabel 9 Hasil analisis perbaikan dengan menggunakan bronjong pada ruas Nambo STA 24,15 sampai STA 44,14

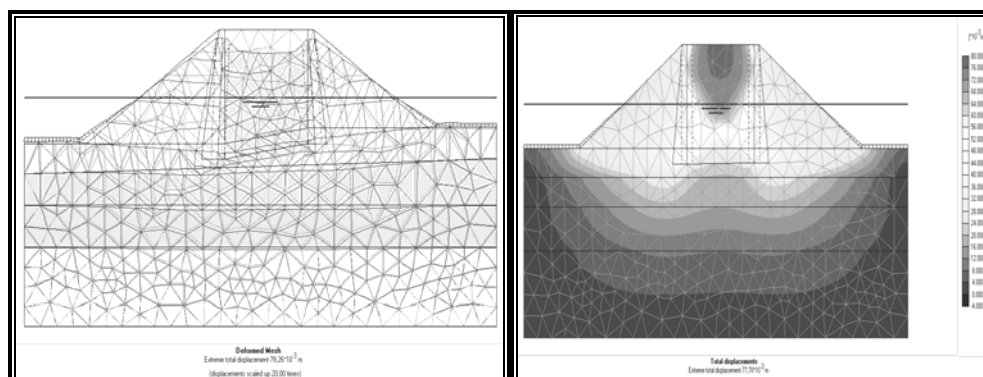
STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 24.15	5,632	2,656	5,631	1,411
0 + 44.15	12,563	7,888	12,534	0,996

Tabel 10 Hasil analisis perbaikan dengan menggunakan bronjong pada ruas Bungkutoko STA 25 sampai STA 40

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 25	4,233	2,406	4,229	1,471
0 + 40	16,881	8,592	16,881	1,020

Hasil analisis dengan menggunakan angkur memberikan faktor aman yang cukup tinggi, tetapi secara teknis sangat sulit untuk dilaksanakan disamping itu biaya penanganan sangat tinggi sedangkan dengan menggunakan bronjong faktor aman cukup rendah yang mana jenis penanganan ini tidak memberikan kestabilan konstruksi yang cukup baik (faktor aman kecil)

6. Analisis dengan metoda imbalan berat (*counterweight*)

Gambar 11. Permodelan dengan menggunakan *counterweight* oprit Nambo.

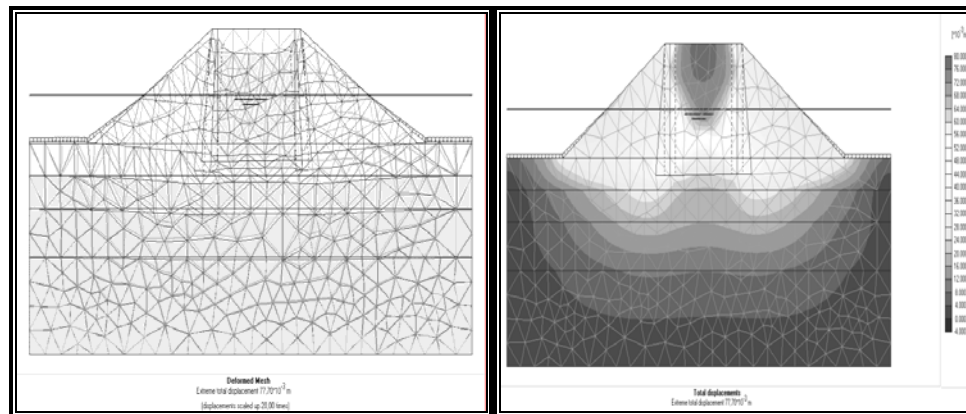
Tabel 11 Hasil analisis perbaikan dengan menggunakan *counterweight* pada ruas Nambo STA 24,15 sampai STA 44,14

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 24.15	3,981	1,845	3,981	1,664
0 + 44.15	7,826	3,370	7,826	1,196

Tabel 12 Perbandingan faktor aman Nambo

STA	Faktor Aman	
	Sebelum	Setelah
0 + 24,15	1.120	1,664
0 + 44,15	1.000	1,196

Hasil analisis pada oprit Nambo didapatkan angka aman yang cukup baik yaitu pada STA 0 + 24,15 1,664 dan STA 0 + 44,15 1,196 dimana pada umumnya angka aman yang baik yaitu 1,200 dan penanganan dengan menggunakan *counterweight* dianggap lebih baik dari pada penanganan dengan bronjong dan angkur.



Gambar 12. Permodelan dengan menggunakan *counterweight* oprit Bungkutoko.

Tabel 13 Hasil analisis perbaikan dengan menggunakan *counterweight* pada ruas Bungkutoko STA 25 sampai STA 40

STA	Total Displacement (cm)	Horizontal Displacement (cm)	Vertikal Displacement (cm)	Faktor Aman
0 + 25	3,882	1,989	3,875	1,694
0 + 40	7,770	3,414	7,770	1,208

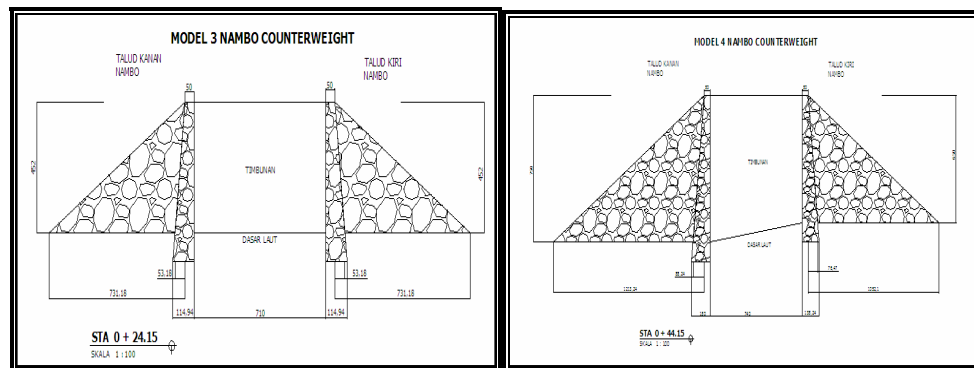
Tabel 14 Perbandingan faktor aman Bungkutoko

STA	Faktor aman	
	Sebelum	Setelah
0 + 25	1.169	1,694
0 + 40	1.000	1,208

Hasil analisis pada oprit Bungkutoko didapatkan angka aman yang cukup baik yaitu pada STA 0 + 24,15 1,694 dan STA 0 + 44,15 1,208 dimana pada umumnya angka aman yang baik yaitu 1,200.

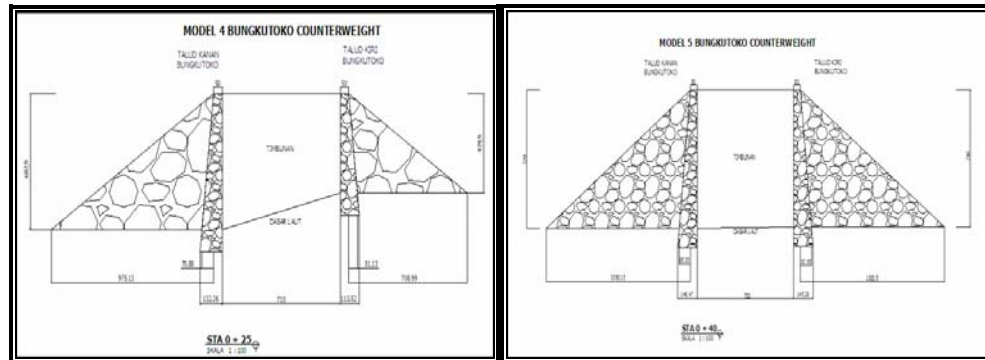
7. Rencana anggaran biaya rehabilitasi oprit jembatan Nambo-Bungkutoko.

a. Perhitungan volume *counterweight*



Gambar 13. Perhitungan volume *counterweight* Nambo.

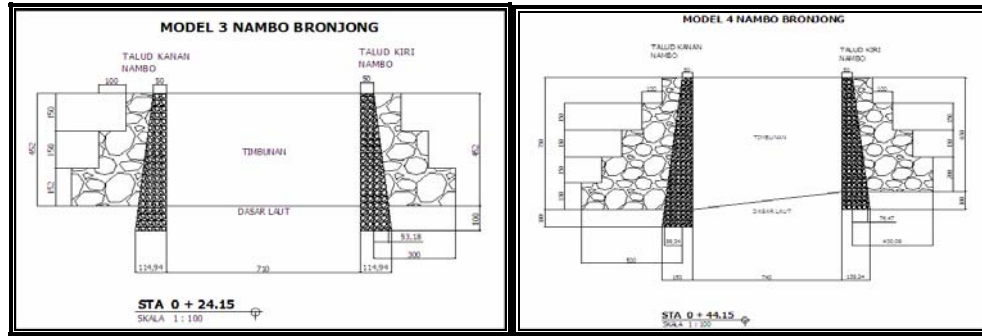
Total volume *counterweight* oprit Nambo adalah :1.045,41 m³



Gambar 14. Perhitungan volume *counterweight* Bungkutoko.

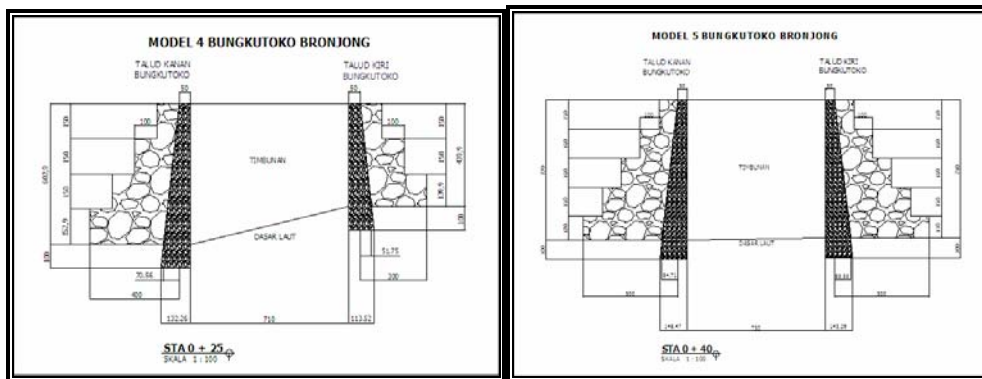
Total volume *counterweight* pada oprit Bungkutoko adalah = 849,6060 m³

b. Perhitungan volume bronjong



Gambar 15. Perhitungan volume bronjong Nambo.

Total volume bronjong oprit Nambo adalah : 509,2780 m³



Gambar 15. Perhitungan volume bronjong Bungkutoko.

Total volume bronjong oprit Bungkutoko adalah : 420,246 m³

c. Rencana anggaran biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya untuk rehabilitasi oprit jembatan Nambo-Bungkutoko dengan menggunakan bronjong adalah Rp 273.913.197 sedangkan dengan menggunakan *counterweight* adalah Rp 467.210.211

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian mengenai identifikasi sebab-sebab kerusakan oprit jembatan Nambo-Bungkutoko dapat disimpulkan sebagaimana dibawah ini :

1. Dimensi dinding penahan tanah (tipe gravitasi) tidak memenuhi syarat sebagaimana mestinya hal ini dapat dilihat dari perbandingan antara ketinggian dinding (h) dengan lebar bawahnya (d) yang mana disyaratkan untuk lebar bawah antara 0,7 – 0,5 h.
2. Deformasi yang terjadi dilapangan pada timbunan tanah di oprit jembatan bagian Nambo dimulai dari STA 0 + 24,15 sampai ke STA 0 + 44.15 atau sepanjang 20 meter. Besarnya volume tanah timbunan yang hilang adalah 81.50 m³.

3. Deformasi atau penurunan yang terjadi dilapangan pada timbunan tanah dioprit jembatan bagian Bungkutoko dimulai dari STA 0 + 25 sampai ke STA 0 + 40 atau sepanjang 15 meter, Adapun besarnya volume tanah timbunan yang hilang adalah sebesar 73.92 m³.
4. Hasil uji *proctor* dimodifikasi untuk oprit Nambo Titik 01 kepadatannya 83,01%, titik 02 kepadatannya 84,19 % dan oprit Bungkutoko titik 03 kepadatannya 82,68%, dan titik 04 kepadatannya 87,05%.
5. Aternatif penanganan dilakukan dengan 3 alternatif yaitu angkur, bronjong dan *counterweight* dan yang dipilih dalam melakukan rehabilitasi oprit jembatan adalah metoda imbalan berat (*counterweight*)
6. Faktor aman sebelum dan setelah dilakukan perbaikan dengan *counterweight* untuk masing-masing oprit dan STA adalah :
 - a. Nambo STA 0 + 24.15 sebelum 1.120 dan setelah rehabilitasi 1.747
 - b. Nambo STA 0 + 44.15 sebelum 1.000 dan setelah rehabilitasi 1.443
 - c. Bungkutoko STA 0 + 25 sebelum 1.169 dan setelah rehabilitasi 1.795
 - d. Bungkutoko STA 0 + 40 sebelum 1.000 dan setelah rehabilitasi 1.746
7. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk melakukan rehabilitasi pada oprit jembatan Nambo-Bungkutoko dengan *counterweight* adalah sebesar Rp 467.210.211

SARAN

1. Perlu dilakukan uji bor untuk melengkapi data jenis, ketebalan dan properties tanah dibawahnya.
2. Perlu segera dilakukan perbaikan pada oprit jembatan mengingat pengaruh pasang surut air dapat memperparah kerusakan yang terjadi dilapangan.
3. Dalam melakukan rehabilitasi oprit jembatan sebaiknya dilakukan terlebih dahulu perbaikan pada dinding penahan tanah dan tahap selanjutnya dilakukan penimbunan.
4. Untuk mobilisasi material kelokasi pekerjaan sebaiknya dilakukan dengan tenaga manual (pekerja), hal ini dilakukan untuk mencegah agar kendaraan truk tidak naik kebadan oprit jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., *Physical and Geotechnical Properties Of Soil's*, McGaw-Hill Book Company, USA, 1984
- DGRI TRANING, 2004, *Analisis Harga Satuan*, Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, Departemen permukiman dan Pengembangan Wilayah, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Mekanika Tanah I*, Edisi ke tiga, Penerbit Gajahmada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2003, *Mekanika Tanah II*, Edisi ke tiga, Penerbit Gajahmada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Teknik Pondasi I*, Edisi ke dua, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2003, *Teknik Pondasi II*, Edisi ke dua, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Plaxis 2D, 1998, *Manual of Plaxis Finite Elemen Code For Soil and Rock Analysis Version 8.0*, A.A Balkema, Rotterdam.